

01/03/2021

## Los efectos de la sílice cristalina en la salud



La silicosis es una enfermedad irreversible que afecta al tejido pulmonar. Producida por la presencia de sílice cristalina ( $\text{SiO}_2$ ) en la atmósfera, tiene su origen principalmente en actividades antropogénicas y desde 1930, en España, se considera como una enfermedad laboral incapacitante. En este artículo, la investigadora Josefina Pons y Alex Cáceres del Departamento de Química, y Eulalia Fuentes del Departamento de Filología Catalana, realizan una revisión bibliográfica sobre el origen de este compuesto, las consecuencias sobre el organismo y las diferentes medidas de prevención.

iStock-Vasilevskiy Sergey

En la corteza terrestre el silicio (Si) es el segundo elemento más abundante (25%), solo por detrás del oxígeno (50%). La combinación de ambos da lugar a la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) responsable de dicha abundancia ya que **se encuentra en el 60% de la capa externa de la Tierra**, principalmente en la arena.

Las actividades laborales **relacionadas con la minería, el mármol, la construcción**, entre otras, produce la liberación de sílice cristalina ( $\text{SiO}_2$ ) a la atmósfera, contaminándola y provocando enfermedades en las personas, como la silicosis. Aunque es una enfermedad antigua, no fue hasta el s. XX que se relacionó con esta sustancia.

La sílice cristalina es un compuesto tridimensional en el que el átomo de silicio está unido a cuatro átomos de oxígeno, situados en los vértices de un tetraedro. Puede encontrarse en la naturaleza en forma cristalina, cripto-cristalina y amorfa. En la forma cristalina, los átomos de silicio y oxígeno están dispuestos en una red cristalina organizada. **Esta es la que presenta una toxicidad más alta.** Dependiendo de la presión y de la temperatura presenta diferentes formas: cuarzo, tridimita y cristobalita, tienen propiedades piezoeléctricas que son determinantes para causar enfermedades, ya que forman especies radicalarias que reaccionan con el agua para formar silanoles (perjudiciales para la salud).

El origen de la  $\text{SiO}_2$  en la atmósfera, como hemos visto es muy diverso, y **puede provenir de fuentes naturales o antropogénicas**, ésta es la causa de que tengan diferentes formas y medidas. Las que son emitidas directamente a la atmósfera (primarias) y las que se originan en la atmósfera mediante reacciones químicas (secundarias). Mayoritariamente son de origen primario. Las actividades que se realizan a cielo abierto, en el sector de la construcción y en la minería, emiten una concentración elevada de  $\text{SiO}_2$  cristalina, tanto en la realización de la propia actividad como en el transporte de los materiales.

Que las partículas se queden en la atmósfera depende del diámetro que tengan y de la velocidad del viento. Si la velocidad del viento es pequeña, se depositan en el suelo más rápidamente. Las que tienen un diámetro mayor a  $20\text{ }\mu\text{m}$  quedan suspendidas en la atmósfera algunas horas, las que miden entre  $2$  y  $3\text{ }\mu\text{m}$  permanecen entre  $2$  y  $4$  días y las de diámetro entre  $0,1$  y  $1\text{ }\mu\text{m}$  pueden estar suspendidas al aire durante semanas. La presencia de estas partículas cristalinas en el aire es constante porque se retroalimentan y **causan efectos adversos en el clima, en el medio ambiente y los seres vivos** incluso con la posterior deposición. Con la finalidad de poder detectar el  $\text{SiO}_2$  se utilizan las técnicas de difracción de rayos-X en polvo (PXRD) y la espectroscopia infrarroja.

*Figura 1: Esquema Fuentes Antropogénicas. Créditos iStock-Macrovector*



La inhalación de estas partículas puede provocar enfermedades respiratorias. Las más perjudiciales son aquellas que tienen un diámetro inferior a  $4\text{ }\mu\text{m}$ . Los efectos dependen, principalmente, del tiempo de exposición, del diámetro, la forma, la concentración de  $\text{SiO}_2$  y la susceptibilidad del individuo. Pueden llegar a los **alveolos pulmonares y provocar la aparición de fibrosis pulmonar**. Cuando se acumula en los pulmones afecta la elasticidad de los tejidos, esto hace que se vuelvan más duros y gruesos, este hecho hace disminuir el intercambio de gases (principalmente oxígeno) entre el aire y la sangre (insuficiencia respiratoria). Aunque los alveolos pulmonares intentan limpiar el polvo, llega un momento que se colapsan y queda almacenado en los pulmones. Esto provoca una enfermedad: la silicosis, catalogada como enfermedad profesional incapacitante. No tiene cura y cuando está muy avanzada es necesario un trasplante de pulmón. Las personas que tienen mayor riesgo de sufrir silicosis son los trabajadores de minas, túneles, canteras y los que están en contacto con el hormigón y el vidrio.

Hay tres tipos de silicosis:

- 1) Crónica: Los síntomas se manifiestan años después de haber estado expuesto a la enfermedad (a veces hasta 20 años)
- 2) Aguda: Cuando se está expuesto a altas concentraciones. La evolución es progresiva.
- 3) Acelerada: Aparece después de 5 o 10 años de haber estado expuesto.

En España se consideró enfermedad laboral en el año 1930, ya que había un gran número de afectados debido a la actividad minera. El Instituto Nacional de Silicosis (INS), en el año 2004, empezó a estudiar esta enfermedad, estos estudios se han prolongado a lo largo del tiempo y

siguen en la actualidad. Estos **estudios permiten ver el impacto de la silicosis en las personas debido a las actividades laborales y así poder diseñar y aplicar medidas** de protección. Según el estudio, las actividades que más afectan son la minería, la piedra ornamental y los marmolistas. Por lo que respecta a la minería de carbón se ha observado un descenso de los afectados ya que esta actividad ha disminuido en España. Por el contrario, han aumentado los enfermos en el sector de los marmolistas, aunque en el sector que más se acrecienta es el de la piedra ornamental.

La silicosis afecta en todas las Comunidades Autónomas, aunque de diferente forma. **Las más afectadas son Castilla y León y Galicia, y las menos, Navarra, Madrid y la Comunidad Valenciana.** Cataluña es la tercera Comunidad con más incidencia. En Cataluña el número de afectados es debido a la elevada actividad de los marmolistas y, después de Galicia, es la Comunidad Autónoma con un mayor número de canteras.

Para evitar y poder controlar la silicosis, es necesaria la prevención:

-Prevención Primaria: Tiene que aplicarse antes de que aparezca la enfermedad.

-Prevención Secundaria: Cuando la enfermedad está en el inicio y quieren evitarse complicaciones.

-Prevención Terciaria: Cuando la enfermedad está en una fase avanzada y se intenta evitar que empeore.

Debido a que el problema empeora, esto **ha provocado un cambio importante en la normativa que regula la exposición a  $\text{SiO}_2$  cristalino, modificándose el valor límite de exposición ( $0,05 \text{ mg/m}^3$ ).** También han mejorado las técnicas de detección (difracción de rayos-X en polvo y espectroscopia de infrarrojo), que son técnicas más precisas que las utilizadas anteriormente (método colorimétrico).

**Àlex Cáceres García<sup>a</sup>, Eulalia Fuentes<sup>b</sup>, Josefina Pons<sup>a</sup>**

Universitat Autònoma de Barcelona

<sup>a</sup>Departamento de Química.

<sup>b</sup>Departamento de Filología Catalana, Área de Documentación.

[josefina.pons@uab.cat](mailto:josefina.pons@uab.cat)

## Referencias

Hita F. (2014) **El polvo y la sílice cristalina en la industria extractiva de la piedra natural.** *Fundación para la prevención de riesgos laborales*, pp. 42 [Pdf](#)

Madera J., Menéndez P., Carballo M., Freijo J., Fernández E.M. (2017) **Guía para el control de riesgo por exposición a sílice cristalina respirable.** *Instituto Nacional de Silicosis* 183-203 [Pdf](#)

Martínez C., Menéndez A. (2011) **El Instituto Nacional de Silicosis y las enfermedades respiratorias en España.** *Instituto Nacional de Silicosis* 10, 145-147. En: Álvarez-Sala Walther, J.L.; Casan Clarà, P.; Villena Garrido, V. (eds.), *Historia de la neumología y la cirugía torácica españolas*. Madrid: Ramírez de Arellano Editores, 2006, pp.145-162. [Pdf](#)

Williamson J.B., Pastiroff S., Cressey G. (2011) **Piezoelectric properties of quartz and cristobalite airborne particulates as a cause of adverse health effects**. *Atmospheric environment*, 35, 3539-3542 doi: [10.1016/S1352-2310\(01\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00121-2)

[View low-bandwidth version](#)